

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

3

(11)Publication number : 08-251432
(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H04N 1/60
H04N 1/46
H04N 5/235
H04N 5/66
H04N 9/77

(21)Application number : 08-005687
(22)Date of filing : 17.01.1996

(71)Applicant : AT & T CORP
(72)Inventor : KUO SHYH-SHIAW
RANGANATH MINAKANAGURKI V

(30)Priority

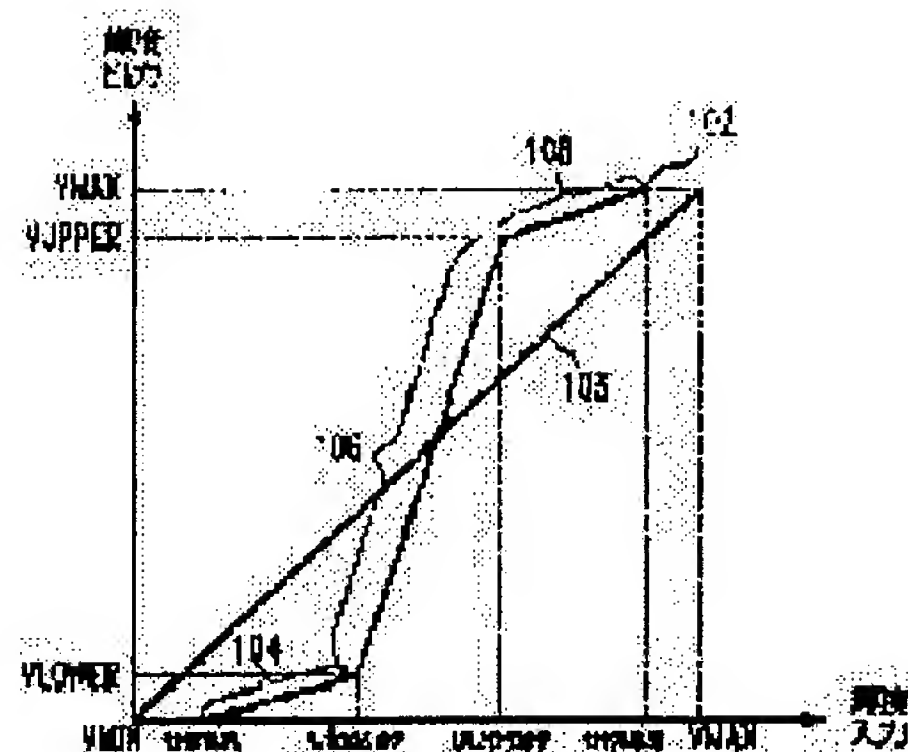
Priority number : 95 373710 Priority date : 17.01.1995 Priority country : US

(54) REAL TIME IMAGE ENHANCEMENT TECHNIQUE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve an image state which the human eye perceives by applying first and second transformation functions to a luminance value and a saturation value within the finite range of a color image and transforming them so that they correspond to a whole dynamic range.

SOLUTION: The color image is expressed again by multiplex picture elements showing the whole range of the luminance value and the saturation value in a hue, saturation and luminance (HSV) space. The luminance value of the image is transformed by using a sectional linear mapping function 102 and the like for the luminance component for the color picture. A second transformation number decided by giving an extension procedure to a saturation histogram showing the saturation component of an original picture is applied to the saturation component and the saturation value is transformed. Then, enhancement for putting saturation and luminance to both ends of an area is executed without mixing the distortion of colors and the optimum picture is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the approach of emphasizing a color picture using the video processing system equipped since the dynamic range of a brightness value and the dynamic range of a saturation value were expressed. The step showing the color picture which has the brightness value and saturation value of the range of finite by two or more pixels which can be set to HSV (hue, saturation, and brightness) color space, It is the step which applies the 1st transform function to the brightness value of the range of this finite, and applies the 2nd transform function to the saturation value of the range of this finite. This 1st transform function It is what changes the brightness value of the range of this 1st finite so that it may correspond to all the dynamic ranges of a brightness value. This 2nd transform function The step which is what changes the saturation value of the range of this finite so that it may correspond to all the dynamic ranges of a saturation value is included. By this How to emphasize the color picture these whose 1st and 2nd transform functions are what offers the emphasized image which has the brightness value and saturation value which were fully optimized.

[Claim 2] It is the approach indicated by claim 1 and is a piecewise linear mapping function in three dimensions [two] as which this 1st transform function is specified by four brightness value points and which have a linearity field substantially. In the approach of being what this 1st dimension expresses the brightness value of this finite range, and this 2nd dimension expresses the dynamic range of a brightness value to The step which furthermore specifies the 1st brightness value point as what is expressed with the minimum brightness in an image, it can set into the step which specifies the 2nd brightness value point as what is expressed with the maximum brightness value in an image, and this 1st dimension -- this -- the approach of emphasizing the color picture which is a thing containing the step which chooses the 3rd [which has a value between the 1st and 2nd brightness value points], and 4th brightness value points.

[Claim 3] Are the approach indicated by claim 2 and this piecewise linear mapping function consists of the 1st, 2nd, and 3rd railroad section drawings. The 2nd railroad section drawing is prescribed by Points vlower and vupper. this -- between the 1st railroad section specifies with Points vmin and vlower -- having -- this -- In an approach which is the minimum brightness value [in / the 3rd railroad section drawing is prescribed by Points vuppr and vmax, and / in vmin / an image], and is the maximum brightness value [in / in vmax / an image] and -- this -- Including the step which is furthermore based insufficient [relative overexposure or exposure of an image], and chooses vlower and vupper, when an image is underexposure relatively Are chosen so that vlower may approach relatively [vmin], and it is chosen so that vupper may keep away from vmax relatively. This compresses a high brightness value and a low brightness value is elongated. An image relatively in the case of overexposure How to be chosen so that vupper may approach relatively [vmax], and to emphasize the color picture which is chosen so that vlower may keep away from vmin relatively, compresses a thereby more low brightness value, and elongates a higher brightness value.

[Claim 4] It is the step which generates a brightness value histogram about the image which should be emphasized in the approach indicated by claim 3 by dividing the range from vmin and vmax into the two or more secondary range for vupper and vlower. The number of pixels of the image which has a brightness value in this subrange about each of two or more of these

subrange is calculated. The center of gravity of this brightness value histogram is specified as the 1st moment, and it becomes the display related insufficient [relative overexposure or exposure of an image]. This 1st moment The step which is approaching more relatively to v_{min} rather than v_{max} about the image with insufficient exposure, and is approaching more relatively to v_{max} rather than v_{min} about the image of overexposure, v_{upper} increases and v_{lower} decreases as this 1st moment approaches v_{min} gradually. And the method of emphasizing the color picture which is what is calculated by carrying out the step which chooses v_{lower} and v_{upper} so that v_{upper} may decrease and v_{lower} may increase as this 1st moment approaches v_{max} gradually.

[Claim 5] It is the step which ** all the dynamic ranges of this video processing-system value on the strength as $[V_{MIN}, V_{MAX}]$ in the step indicated by claim 4. The step which is what is substantially equivalent to the minimum brightness value as which V_{MIN} may be expressed in this video processing system, and is substantially equivalent to the maximum brightness value as which V_{MAX} may be expressed in this video processing system, It is the step which maps the brightness value in the range of v_{min} in this 1st dimension, and v_{lower} at linearity in the brightness value in the range of V_{MIN} of this second origin, and V_{LOWER} .

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Generally this invention relates to carrying out real-time image enhancement to a text logic color precision image especially about image enhancement technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] Image enhancement is the process in which the demanded image data value is processed skillfully. Such processing is turned in the direction which reaches in order to improve the condition of the image perceived by human being, or draws the data more preferably to the mechanical analysis of an image. the fidelity of the image with which one purpose of two or more correction processes carried out regeneration of two or more image enhancement processes about the image — and — or in the point that it is for improving precision, it is distinguished from two or more image restoration processes. on the other hand, the candidate for consciousness which is visible to human being as for two or more emphasis processes — and — or on the compatibility of the processed image to computer analysis, it has positioned so that it may emphasize more.

[0003] Various image enhancement processes were developed in order to improve the quality of the perceived articulation, brightness, and/or an image. These image enhancement processes try to draw ** better ***** of a twist to human being's eyes regardless of whether these images are generated again correctly. There is often a desirable image by human being's eyes rather than the copy of a subject-copy image with the bent perfect image which carried out regeneration. For example, when overexposure or underexposure is compounded by the edge of an image, the image obtained as a result is generally perceived as a thing more desirable than an image without such underexposure or overexposure.

[0004] Although many conventional technical image enhancement processes are concentrating on the improvement of a shade image, the directivity escape of these processings to a color field results in the image which is grace and which is not a little suitable, or it fell. At present, a most suitable image enhancement technique that deserves the attention which can be used about a color picture is insufficient. The far-reaching spread in, popular increases of multimedia application, the rapid increments in computer equipment, and all the development of HDTV serve as a cause of the increment in the demand to the improved color picture emphasis technique. Such an image enhancement approach should be optimized to using about a color picture, and should not be [as opposed to / only / a color field] reconstruction of a gray shade means. Furthermore, such an image enhancement approach should be actuation of the real time of using by the existing hardware platform.

[0005] Even if it is possible to improve a color picture by applying a certain monochrome image enhancement algorithm now to each color component of each, the image as a result is not emphasized appropriately. When an R.G.B component is seen in piles after the monochrome image enhancement algorithm was applied, image distortion appears as a result. Furthermore, if an R.G.B component is processed independently, only image distortion will appear as a result, without taking the relevance of these components into consideration.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The gray level image was targetted for many conventional image enhancement techniques. When such techniques are applied to a color picture, color distortion is caused in many cases. Therefore, this invention is applying the transform function corresponding to the property of a color picture, and is offering the approach of improving the condition of the image perceived by human being's eye.

[0007]

[Summary of the Invention] Two or more improved image enhancement approaches are shown on the conventional video processing system. These approaches perform in the real time reaching in order to improve the condition of the image which human being's eye has perceived, or improving **'s and others image to computer analysis. The first example emphasizes a color picture, without dropping the color reproduction nature of an image. The 2nd example decreases dotage of an image and emphasizes a gray level text image by removal of the image artifact which is made to increase the contrast between light and darkness, and is introduced by the conventional block-type compression algorithm.

[0008] According to the first example, a color picture is re-expressed by many pixels in HSV space (a hue, saturation, brightness). The color picture shows all the range of a brightness value and a saturation value. An image is emphasized by applying the second transform function to a saturation component in the first transform function to a brightness component. The first transform function changes the brightness value range of a subject-copy image so that it may be equivalent to all the range of an effective brightness value within a video processing system. The second transform function changes the saturation value range of a subject-copy image so that it may be equivalent to all the range of an effective saturation value within a video processing system. These transform functions offer the brightness optimized completely and the emphasized image with a saturation component. The emphasized image is obtained by assigning the effective dynamic range of the brightness and saturation of a video processing system the optimal. Emphasis brought near by the both ends of a field, without saturation and brightness making color distortion mix is performed.

[0009]

[Example] It turns in the direction which improves the condition of an image in order [which has been perceived by human being] to reach or to ** more preferably to computer analysis, and the image enhancement technique shown here is *****. The first example emphasizes a color picture, without dropping the fidelity of an image, and the 2nd example emphasizes the gray level document image which carried out the optical scan by decreasing dotage and making the contrast of a light-and-darkness field increase. The video processing system which is recognizing current existence can enforce the image enhancement approach shown in the real time here. The desirable equipment of both the AT & T Picasso still picture telephone which is a video processing system, and such a conventional-type video telephone includes the microprocessor and the image memory. The AT & T Picasso still picture telephone is indicated by the U.S. application 08th under continuation / No. 202608.

[0010] A color picture can be emphasized very more more effectively among HSV (hue, saturation, brightness) color space rather than the inside of RGB (red, green, blue) color space about the first example. All over HSV color space, it is removed from the image component (saturation and brightness) which the color information (hue) was separated and remains. According to this approach, saturation and brightness will be emphasized as much as possible to the maximum, without mixing distortion in a color (hue) component. Some color pictures are re-expressed by most pixels in HSV (hue, saturation, brightness) color space. For example, the approach learned well is used in order to change NTSCSECAM, conventional RGB, or a conventional PAL video signal into HSV color space. In some cases, it realizes by performing count relative [this conversion process] and simple, but in other cases, non-linearity mathematical actuation is required. Such nonlinear actuation is highly attached on count. Since it is such, after the image enhancement in other color space is discussed, by publication just below, image enhancement is taken into consideration within the environment of HSV color space.

[0011] Every color picture shows the finite range of saturation and brightness. Furthermore, these saturation and brightness values are distinguished as each two or more components of an

image in HSV space. Functions for the conventional video processing system to process the finite range of saturation as well as the finite range of a brightness value are preparation *****. However, the range of the **** value which the image expresses does not necessarily need to be the same as that of the dynamic range of the whole brightness value with which the conventional video processing system is equipped. It is not necessary to make not necessarily the same as that of all the dynamic ranges of two or more saturation values with which the conventional video processing system is equipped for the purpose of processing the range of the saturation value which appears into an image similarly.

[0012] Generally, the effective dynamic range of a video processing system reaches the range very larger than the brightness in a color picture, and the range of a saturation value. If the image enhancement approach is not used for an image from this, some effective dynamic ranges of a video processing system will not have use **. If an image is underexposure, the part in which the brightness value concentrated on one side of the effective dynamic range of a video system, and the dynamic range remains will seldom be used relatively. If an image is overexposure, similarly the part in which the brightness value was centralized on other parts, and the dynamic range remains will not be used.

[0013] The first transform function is applied to the brightness value of an image, in order to use appropriately the effective brightness value dynamic range of a video processing system. The second transform function is applied to the saturation value of an image, in order to use appropriately the validity of a video processing system, and a saturation value dynamic range. The hue of a subject-copy image is not changed. The purpose of the first function is assigning appropriately the dynamic range of the brightness value given by the video processing system so that it may be equivalent to the dynamic range of the brightness value in a original color picture. The purpose of the second function assigns appropriately the dynamic range of the saturation value given by the video processing system so that it may correspond to the dynamic range of a saturation value with which it was contained in the original color picture.

[0014] The first transform function is a piecewise linear mapping function in two-dimensional [with three substantial linearity fields appointed on the four brightness value points]. The first dimension of a brightness input value is meant, and the 2nd dimension of a brightness output value is meant. The first brightness value point expresses the minimum brightness value of the given image, and the second brightness value point expresses the maximum brightness value of this image, and the third and the fourth brightness value point are chosen by the first and the second mean value. Selection of the special value over the third and the fourth brightness value point becomes settled with extent of exposure of the given image.

[0015] Now, drawing 1 is referred to. The graph of the transform function corresponding to mapping of the brightness component of a color picture. Image enhancement is carried out to a brightness component by changing the brightness value of an image using the piecewise linear mapping function 102. A piecewise linear mapping function consists of between [of three] railroad sections. 104,106,108. 104 between railroad sections is defined by between v_{min} and v_{lower} , 106 is defined by v_{lower} and the v_{upper} point, and 108 is defined by v_{max} and the v_{upper} point. v_{min} and v_{max} express the maximum minimum intensity level. v_{lower} and v_{upper} opt for dynamic range allocation to a medium with a low intensity level, and the high range.

[0016] The brightness value range of a subject-copy image is classified to v_{min} and v_{max} . After it, based on the property of the image emphasized, v_{lower} and v_{upper} are chosen in order to optimize image enhancement to the given image. For example, if the subject-copy image which it is going to emphasize is underexposure, v_{lower} and v_{upper} should be chosen towards emphasizing to the direction of a low intensity level. Thus, most effective dynamic ranges of a video processing system should be assigned to a low brightness range. Such assignment is attained by choosing v_{lower} which becomes a value near v_{min} relatively, and choosing v_{upper} which becomes a far value from v_{max} relatively. By this approach, a high intensity level is compressed and a low intensity level is elongated.

[0017] If a subject-copy image is overexposure, it should be made for v_{lower} to become far from v_{min} relatively so that it may become close to v_{max} relatively. A low intensity level is compressed by this approach, and a high intensity level is elongated. Most dynamic ranges of a video processing system are assigned to a high intensity level.

[0018] Drawing 1 contains the function 103 which carries out same mapping to the second transform function indicated later about an image saturation value.

[0019] Two or more characteristic count is carried out about drawing 2 and drawing 3 by creating a brightness value histogram to the image with which vupper and vlower are emphasized. Such a histogram is the range of vmin to vmax shown below, and classifies the range of the brightness value which appears into the image given toward most subranges. The number of pixels of the image which has two or more brightness values in this subrange is determined to each of most subranges. Conceptual attachment of the 1st moment of a histogram is carried out at the appearance which is the center of gravity of a histogram. The center of gravity is calculated by the following [-one number].

[Equation 1]

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ヒストグラム} \\ \text{の第 1} \\ \text{モーメント} \end{array} \right\} = \frac{\sum_{i=1}^N (h_i * I_i)}{\sum_{i=1}^N h_i}$$

li Express ** and a characteristic intensity level and it is hi. Intensity level li It is the number of pixels which it has, and N is the total of an intensity level (two or more subranges). For example, an intensity level 301 (drawing 3) is an intensity level 1 (I1). Conceptualized so that it may re-express, an intensity level 303 is an intensity level 2 (I2). It is conceptualized so that it may re-express, and an intensity level 319 is conceptualized so that an intensity level 10 (I10) may be re-expressed. In this example, there is an intensity level (the following ten subranges) of ten pieces, and N is equal to 10.

[0020] Drawing 2 expresses the brightness component in the typical color picture 207 to which most changes from a pixel 201,203,205. Each pixel 201,203,205 is related with the characteristic value showing the brightness component to the pixel. For example, 203 which 201 is white, and is decided to be relatively expressed as a value with high brightness, and is expressed with the diagonal line expresses the middle brightness value of 201 to 205.

[0021] Drawing 3 is a brightness value histogram which shows relative distribution of the brightness component to the color picture 207 of drawing 2 . The brightness value histogram is given with a characteristic brightness value, and shows the number of pixels of a ***** image. The X-axis expresses an intensity level for the frequency of occurrence in a pixel unit to a Y-axis. In the example of drawing 2 and drawing 3 , it is used for a different brightness value of ten pieces expressing the pixel brightness value of an image. About drawing 3 , the lowest brightness value is expressed with 301 (white), and two or more middle brightness values are re-expressed by the brightness values 303, 305, 307, 309,311,313,315, and 317, and the highest brightness value is re-expressed with the brightness value 319 (black). The brightness value histogram of drawing 3 shows that the color picture 207 includes the brightness value 305 of 303 or 22 brightness values of 48 brightness values [301 or 14] etc. the 1st moment of a brightness value histogram is the brightness value 301 which is a brightness value containing many of pixels in this example, all comes out, and has 48 pixels.

[0022] The 1st moment of a brightness value histogram is given so that the given relative underexposure or excess of an image may be shown. To an underexposure image, the 1st moment becomes near by vmin (drawing 1), and approaches vmax to an overexposure image. If based on the 1st moment of a brightness value histogram (drawing 3), two intensity-level vlower(s) and vupper(s) will be calculated so that the 1st moment may approach vmin gradually, vupper will increase, and vlower will decrease. Along with steps ***** , vupper decreases to vmax, and the 1st moment increases vlower.

[0023] All the dynamic ranges of a video processing system are given by [VMIN, VMAX], and VMIN and VMAX equivalent to the min of brightness and maximum are expressed within a video system. In that case, a video system constitutes a video display, and VMIN and VMAX are chosen so that it may correspond to the min and the maximum brightness value which dare be displayed. The brightness value between vmin and vlower is classified into the range of [VMIN, VLOWER] which has the relation of VLOWER=VMIN+ {(vlower-vmin) /3} in linearity. The

brightness value between vlower and vupper is classified into the range of [VLOWER, VUPPER] which has the relation of $VUPPER = VMAX + \{(vmax - vupper) / 3\}$ in linearity. The brightness value between vupper and vmax is classified into the range of [VUPPER, VMAX] in linearity. Before receiving VUPPER and VLOWER, it is the point which the place where the denominator of a formula includes the value 3 should note. This value is shown to the actual purpose. For example, the value which has shifted from 3 like 2.5 or 3.7 is used. Furthermore, a different value (namely, 4.0) faces the value used in the denominator (namely, 2.3) of VLOWER, and is used in the denominator of VUPPER.

[0024] The classification of two or more brightness values as shown by the clause just front is given, and makes suitable arrangement of the dynamic range of a **** video processing system the actual range of two or more brightness values which appear in the image which should be emphasized.

[0025] The 2nd transform function is used for changing two or more saturation components of a subject-copy image into the saturation component for an emphasis image. This 2nd transform function is determined by giving an expanding procedure to the saturation histogram showing two or more saturation components of a subject-copy image. The minimum saturation value of an image is expressed again, and, as for the first saturation value point smin, the second saturation value point smax expresses the maximum saturation value of an image again.

[0026] The upper limit Supper of saturation is defined like the saturation level, is the range under a saturation histogram from the level, and is equal to the rate that the total number of pixels in an image is small. [of the maximum smax of the saturation] For example, a desirable percentage becomes 0.5% of all the numbers of pixels about. It is classified into all the dynamic ranges of an effective saturation value [SMIN, SMAX] in linearity within a video processing system, and two or more saturation components of smin to supper within the limits are ****. In this approach, small dispersion in the saturation value of two or more pixels is disregarded without spoiling the integrity of the emphasized image.

[0027] The brightness and saturation value of a subject-copy image are corrected using the 1st and 2nd transform function. Two or more hue components of an image do not change, but the same component as an emphasis image remains from a subject-copy image. Emphasis which can carry out the maximum activation also of the brightness value of a subject-copy image to use in the operating environment of the video processing system chosen as arbitration like the color saturation value was carried out. The result becomes the emphasized optimal color picture without mixing of color distortion.

[0028] In some system applications, it is sometimes impossible to decide the effective dynamic range of the video processing system which carries out image enhancement. For example, it is the case where image enhancement is carried out using some of video processing systems chosen as much arbitration which the dynamic range property of a video processing system is not known, or has the property which is different, respectively. In such application, the combination from which the 1st and 2nd transform function differs can be applied to each video processing system, and the group of each transform function is optimized to each video processing system here. Or 1 set of the transform function decided to be arbitration is applied again, and the function is chosen here in order to give useful conversion to the large range of a video processing system, even if the function is not suitable for use at all by the system of a certain.

[0029] For a start, two or more of the techniques shown in said clause with regards to the second transform function will be applied to color space other than HSV, even if such application does not necessarily bring about two or more optimal results. The process in which other color space is changed into HSV to a field is often intensive on count, and the system located extremely is required. About some system application [like] which is the video telephones which communicate using an NTSC video signal, the count demanded requires the very expensive hardware which is not desirable.

[0030] In addition to the complexity of count, the process in which non-HSV color space is changed into a HSV field causes other problems. Two or more colors with a certain clear color space are not realized physically in other color space. For example, the color of some [the YCbCr color space of the conventional NTSC video signal] will be changed into the

complementary color in RGB color space. Such the complementary color is not realized physically.

[0031] In consideration of two or more aforementioned difficulties in the case of changing non-HSV color space into a HSV field, one means is shown as emphasizing a color picture directly in NTSCYCbCr color space conventionally. This means is applied to every video equipment which operates it in the real time and carries out color picture record in an NTSC format.

[0032] The brightness (Y) component of the conventional NTSC signal is emphasized following two or more procedures shown above about the brightness component of a HSV color picture. If the color difference components Cb and Cr are corrected with the same amount like a brightness (Y) component, the same thing will remain like [in a subject-copy image] in color saturation. It can check through the mathematical induction which the fact that color saturation remains with the same value is known to this contractor, and is indicated by JIEI Fawley (J. Foley) work "computer-graphics principle and operation" Addison Wesley (Addison-Wesley) publication and 1991. However, in order to emphasize the optimal color picture, the saturation component of an image is correctable in order to improve the saturation of an image further.

[0033] Detection of the color information number in an image is carried out by deciding the amount of the breadth of the histogram of Cb and Cr component. When small, the threshold 23, for example, most, to which the breadth of a histogram was given, after that, a document image is treated like a gray level image, and only a brightness component is emphasized.

[0034] One possible approach against text image enhancement is extending Y histogram even to the maximum effective dynamic range, and, thereby, is emphasizing image contrast. Even if this attempt improves an image, further two or more improvements are possible. According to the means shown here, the background gray level of a document image is decided. Generally two or more text images contain the relative limited number of discrete gray levels, and even case [whose alphabetic character is / like / in black / the binary document of a white background, or others], they are the same. A background gray level shows an effective peak within Y (brightness) histogram. Such a brightness histogram resembles the brightness value histogram closely. The peak in Y (brightness) histogram is detected when a peak detection signal checks the gray level in the place of 0 which changes from negative to forward. The peak detecting signal was generated by calculating the difference between an accumulation histogram and the graduated accumulation histogram, and the degree of the smoothing has determined the sensibility of peak detection.

[0035] Two or more saturation components of an NTSC image correct the color difference components Cb and Cr, and are emphasized with more amounts than the amount of the emphasized brightness component Y. In other words, it should increase more than having applied the inclination of a transform function to the color difference component (color difference transform function) having applied the inclination of a transform function to the brightness component (brightness transform function). When a luminance-signal component is relatively corrected to the large range, this shows that a subject-copy image is relatively unsaturated. The correction by the brightness component transform function is in inverse proportion to the amount of saturation in a subject-copy image. When saturation is relatively low, it should be increased from this by saturation so that saturation may be proportional in relation to a high environment relatively.

[0036] As one means to investigate the amount of the saturation which should be increased, there is an approach by calculating deflection from the linearity of a brightness transform function. It is conceptualized so that the Y-axis showing a brightness output may be conceptualized in relation to drawing 1 so that a brightness output level may be expressed now, and the X-axis may express a brightness input level now. An absolute difference is searched for among the piecewise linear mapping functions 102 and 103 from each of many intensity levels. Two or more absolute differences which receive all the intensity levels are summed up in order to obtain all the deflection that comes from the linearity shown by Dev after that. After it, in order that the following formulas may calculate the value of incr, it is used. incr is used in order to decide the amount by two or more color difference components which should be increased. $1.0 < (\text{incr} = \text{Dev} / 8000) \leq 2.0$. In a denominator, the value of 8000 is a typical value which shows the purpose of illustration. The value expressed with two or more of other figures, for example, a

value like 7000 which offers only effective actuation, is applied to the denominator in the location of 8000.

[0037] If drawing 6 is referred to, it will be what re-expressed in the graph the transform function which maps Cr color difference component of a color picture, and the transform function to drawing 7 mapping Cr color difference component of a color picture will be re-expressed in a graph. incr is hung in order that the inclination of the piecewise linear mapping function 102 (drawing 6 , 7) to the range $[\text{vlower}, \text{vupper}]$ (drawing 1) may ask for the inclination of a color difference transform function. The actual min of the color difference of a subject-copy image and the maximum level are classified into all the color difference component dynamic ranges of (drawing 6 and 7). The flake 105 equivalent to the color difference level 128 to both Cr (drawing 6) and Cb (drawing 7) is classified into itself according to a color difference transform function. Using brightness and a color difference transform function, the brightness and color difference component value of a subject-copy image are changed in order to generate the emphasized optimal image directly in YCbCr color space. YCbCr color space is used in the conventional PAL and the environment of a SECAM logic NTSC video signal.

[0038] As for other examples shown here, a gray level text logic document image decreases dotage of an image, and they are emphasized by making the contrast between the light-and-darkness fields of an image increase. These gray level images are re-expressed for example, in NTSCYCbCr color space. The main purposes of document image enhancement are increasing the readability of a document. Since the readability of a document is decided by the brightness component of an image, this means has put the chief aim on emphasizing a brightness (Y) component. When the color information on the given image is restricted very much, the color difference components Cb and Cr do not need some processings. Cb and Cr are processed by the appearance shown by the immediately above-mentioned clause when that is not right.

[0039] One peak in Y histogram expressing a background gray level must be detected to the purpose of this example. A script (namely, text image) depends for this detection process on whether it has a high gray level background or it has a low gray level background. The first peak which starts with the maximum shade level in a histogram to a high gray level background, and appears within a histogram is a background gray level. Starting from the minimum shade level in a histogram to a low gray level background, the peak of the beginning in a histogram is a background gray level.

[0040] A text image has the high gray level background shown like ybkg to the purpose of this example. In the above condition, the selection to positioning of a background gray level is only because the first peak is only shown from the gray level edge where Y histogram is high. However, Y histogram should be first graduated using the conventional smoothing technique, otherwise a retrieval process positions a peak by local within the limits which has relative Bure while it is completely missing in a big peak rather than it expresses an actual background gray level.

[0041] The minimum foreground value of the document is shown as y_{min}, and can be decided by investigating Y histogram from the edge of the low gray level. While searching, since it is dependent on few [the total number of pixels] rates, the slight minimum value of the beginning is disregarded. Few of this rate is near 0.1% like an example, and that approach makes it possible to exclude two or more slight Bure relatively in two or more gray levels by which the text image was observed by this.

[0042] The contrast of a text image is emphasized by mapping Y (brightness) component in $[\text{YMIN}, \text{YMAX}]$ from $[\text{ymin}, \text{ybkg}]$. this comes out in the range of the minimum of a video processing system, YMIN which is a maximum Y value, and YMAX. Before mapping Y value, the technique known by this contractor as Anh Sharp masking is applied to Y component of a whole image in order to remove many Bure from a text image. This sharp-ized actuation causes the appearance of the "bulk" which is not very desirable as the custom to human being's eye around an alphabetic character. These umbrellas are caused by the overshoot within the pixel value more than the background gray level ybkg, and after mapping the umbrella of these plurality from Y value $[\text{ymin}, \text{ybkg}]$ to $[\text{YMIN}, \text{YMAX}]$, it can be easily removed by two or more standard approaches learned by this contractor. Before applying the Anh Sharp masking to an image, the mapping function should be decided, otherwise, background level cannot detect correctly, but it

cares about that it becomes impossible for two or more umbrellas to already remove.

[0043] Based on the text image enhancement approach shown here, taking the property of an actual text image into consideration, an approach removes dotage from an image effectively and makes contrast the maximum. Furthermore, when compressed into a format like JPEG which is the technique in which the text image and the emphasis image are known now, few blocking artifacts appear in an emphasis image relatively. The reason with few blocking artifacts is that an emphasis image contains a more uniform background and two or more foreground gray levels. In spite of describing the text image enhancement approach in the environment of YCbCr color space, only the approach is applied also to other color space.

[0044] Drawing 4 puts the color picture which serves as an example in actuation of a color picture emphasis procedure here, and expresses it as a picture. In order to try effectiveness of the approach shown here, the quality of the actual proof image 400 was degraded by hand, and the test image 402 was given. The example image 400 and the test image 402 can be set to YCbCr color space. The first emphasis image 404 is an emphasis image obtained when a transform function is applied only to Y component of the test image 402. The color of the image 404 which was predicted above and which was emphasized like is not relatively emphasized to the test image 402.

[0045] The 2nd emphasized image 406 is an image obtained when a transform function is applied to the brightness and color difference component of the test image 402. The color distortion caused by the interaction between various color components is observed clearly. in order that some types of a color amendment device may explain the interaction between various color components and may remove such color distortion — using — if there is nothing, it will not become.

[0046] The 3rd emphasized image 408 is an image obtained when all of a commercial image-processing software package are used. These software packages include the device which amends the color distortion which generally causes an interaction between various color components. Even if the color is not distorted, these conventional technical software packages will not offer the optimal emphasis image.

[0047] The test image 402 may be emphasized the optimal using the approach it was indicated that indicated above in relation to drawing 13 here. Such an image emphasized the optimal is shown in drawing 4 . the approach of these plurality shown here when the operation image 400 compared each emphasis image 404,406,408,410 — whenever [contrast and color] — the maximum — what is emphasized even on practical level is observed. Furthermore, two or more approaches shown here do not supply color distortion.

[0048] Drawing 5 is an illustration showing application of two or more gray scale image enhancement procedures shown in the document used as an example scanned optically here. The text images 500 are some text images obtained from the AT & T Picasso still picture telephone. The AT & T Picasso still picture telephone is shown in the United States patent application 08th under connection / No. 202608. The emphasis image 502 is prepared in order to use Y histogram expanding process which was subordinate with the Anh Sharp masking, as shown above. It is observed that contrast is not optimized and two or more umbrellas are mixed by the masking process. The emphasized image 504 was generated from the background gray level which it was prepared in order to use the mapping function shown above, and was detected. It is the point that the place where some dotage appears attracted attention. The emphasized image 506 was prepared in order to use two or more means shown here. The contrast of an image is optimized and it is observed that it was removed that it is indistinct.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing which graph-ized the function to mapping of the brightness component of a color picture.

[Drawing 2] It is drawing showing the brightness component to the typical color picture which consists of many images.

[Drawing 3] It is the histogram which shows relative distribution of the brightness component to the image of drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing implementation of two or more color picture emphasis procedure shown in the image used as an example here.

[Drawing 5] It is drawing showing application of two or more gray scale image enhancement means shown here to the document used as an example which carried out the optical scan.

[Drawing 6] It is drawing which graph-ized the transform function to mapping of Cr chromaticity of a color picture.

[Drawing 7] It is drawing which graph-ized the transform function to mapping of Cb chromaticity of a color picture.

[Description of Notations]

400 Subject-Copy Image

402 Image to which Quality was Lowered by Hand

404 Application of Transform Function to Y Component

406 Application of Transform Function to Brightness and Color Difference Component

408 Image Emphasized Using Commercial Image-Processing Software

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-251432

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
H 0 4 N	1/60		H 0 4 N	1/40	D
	1/46			5/235	
	5/235			5/66	A
	5/66			9/77	
	9/77			1/46	Z
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 11 頁)					

(21) 出願番号 特願平8-5687

(22) 出願日 平成8年(1996)1月17日

(31) 優先権主張番号 08/373710

(32) 優先日 1995年1月17日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨ

ーク ニューヨーク アヴェニュー オブ

ジ アメリカズ 32

(72) 発明者 シーシアウ クオ

アメリカ合衆国 08816 ニュージャージー

イ, イースト ブランズウィック, ジャー

ニー ドライヴ 23

(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 実時間画像強調技法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、画像強調技法である、特に原文及び、またはカラー精密画像における実時間画像強調方法に関する。

【解決手段】 ビデオ処理システムに取り込んだ画像に実時間で、本発明である変換関数を適用させ、従来得られる画像より色の再現性や鮮明さを改善した。改善した画像強調方法は、従来のビデオ処理システム上で示される。これらの方法は、人間の眼で知覚した画像の状態を改善する及び、または計算機解析に対し画像をより好ましく描画するために操作する。最初の実施例では、画像の色忠実性を損なうことなくカラー画像が強調される。2番目の実施例では、画像のボケを減少し明暗領域のコントラストを増加させることで光学的グレイ濃淡文書画像が強調される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 輝度値のダイナミックレンジ及び彩度値のダイナミックレンジを表わすために装備されたビデオ処理システムを用いてカラー画像を強調する方法であって、

H S V（色相、彩度および輝度）カラー空間における複数の画素によって有限の範囲の輝度値および彩度値を有するカラー画像を表わすステップと、

第1の変換関数を該有限の範囲の輝度値に適用し、かつ第2の変換関数を該有限の範囲の彩度値に適用するステップであって、該第1の変換関数は、該第1の有限の範囲の輝度値を輝度値の全ダイナミックレンジに対応するよう変換するものであり、該第2の変換関数は、該有限の範囲の彩度値を彩度値の全ダイナミックレンジに対応するよう変換するものであるステップを含み、

これにより、該第1および第2の変換関数が、十分に最適化された輝度値および彩度値を有する強調された画像を提供するものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項2】 請求項1に記載された方法であって、該第1の変換関数が4つの輝度値地点により規定される3つの実質的に線形な領域を有する2つの次元における区分的線形マッピング関数であり、該第1の次元が該有限範囲の輝度値を表わし、そして該第2の次元が、輝度値のダイナミックレンジを表わすものである方法において、さらに第1の輝度値地点を画像における最小輝度によって表わされるものと規定するステップと、

第2の輝度値地点を画像における最大輝度値により表わされるものと規定するステップと、

該第1の次元における該第1および第2の輝度値地点間の値を有する第3および第4の輝度値地点を選択するステップとを含むものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項3】 請求項2に記載された方法であって、該区分的線形マッピング関数が第1、第2および第3の線区画から成り、該第1の線区画が点 v_{min} および v_{lower} により規定され、該第2の線区画が点 v_{lower} および v_{upper} により規定され、そして該第3の線区画が点 v_{upper} および v_{max} により規定されるものであり、 v_{min} が画像における最小輝度値であり、 v_{max} が画像における最大輝度値であるような方法において、さらに画像の相対的な露出過度もしくは露出不足に基づいて v_{lower} および v_{upper} を選択するステップを含み、

画像が相対的に露出不足である場合は、 v_{lower} が v_{min} に相対的に接近する様に選択され、そして v_{upper} が v_{max} から相対的に遠ざかる様に選択され、これにより高輝度値を圧縮し、かつ低輝度値を伸張し、そして画像が相対的に露出過度の場合は、 v_{upper} が v_{max} に相対的に接近する様に選択され、そして v_{lower} が v_{min} から相対的に遠ざかる様に選択され、これにより、より低い輝度値を圧縮し、かつ

より高い輝度値を伸張するようになっているカラー画像を強調する方法。

【請求項4】 請求項3に記載された方法において、 v_{upper} および v_{lower} を v_{min} および v_{max} からの範囲を複数副範囲に分割することにより強調されるべき画像について輝度値ヒストグラムを発生するステップであって、該複数の副範囲の各々について、この副範囲における輝度値を有する画像の画素数が計算され、該輝度値ヒストグラムの重心が第1のモーメントとして規定され、かつ画像の相対的な露出過度もしくは露出不足に関する表示となり、該第1のモーメントは、露出不足の画像については v_{max} よりも v_{min} に対して相対的により接近しており、露出過度の画像については v_{min} よりも v_{max} に対して相対的により接近しているようになっているステップと、

該第1のモーメントが次第に v_{min} に接近するにつれて v_{upper} が増加し v_{lower} が減少し、そして該第1のモーメントが次第に v_{max} に接近するにつれて、 v_{upper} が減少し v_{lower} が増加するようになり v_{lower} および v_{upper} を選択するステップとを遂行することにより計算するものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項5】 請求項4に記載されたステップにおいて、該ビデオ処理システム強度値の全ダイナミックレンジを $[VMIN, VMAX]$ として規するステップであって、 $VMIN$ が該ビデオ処理システムにおいて表わされ得る最小輝度値に実質的に相当するものであり、 $VMAX$ が該ビデオ処理システムにおいて表わされ得る最大輝度値に実質的に相当するものであるステップと、該第1の次元における v_{min} および v_{lower} の範囲における輝度値を該第2次元における $VMIN$ および $VLOWER$ の範囲における輝度値に線形にマッピングするステップであって、

$VLOWER$ が $VMIN + \{(v_{lower} - v_{min}) / m\}$ に等しく、 m が2ないし4の近似範囲における実数であるようなステップと、

該第1の次元における v_{lower} および v_{upper} の範囲における輝度値を該第2次元における $VLOWER$ および $VUPPER$ の範囲における輝度値に線形にマッピングするステップとを遂行することにより、 v_{upper} および v_{lower} を計算するものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項6】 請求項5に記載された方法において、該ビデオ処理システムは、ビデオ表示デバイスから成りそして $VMIN$ および $VMAX$ は該ビデオ表示デバイス上で表示され得る最小および最大輝度値に対応するよう選択されるものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項7】 請求項5に記載された方法において、原画像の彩度成分を強調された画像の彩度成分に変換す

るために第2の変換関数が用いられるものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項8】 請求項7に記載された方法において、該第2の変換関数は、カラー画像の彩度成分を表わす彩度ヒストグラムに、ヒストグラム伸長手段を適用することにより決定されるものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項9】 請求項8に記載された方法において、該ヒストグラム伸長手段は、画像における最小彩度値を表わす第1の彩度値点 s_{min} および画像における最大彩度値を表わす第2の彩度値地点 s_{max} を選択するステップを含むものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項10】 請求項9に記載された方法において、彩度の上限 s_{upper} は、そのレベルから彩度の最大レベル s_{max} の彩度ヒストグラムの下面積が画像における画素の総数の小さなパーセンテージに等しくなるその彩度レベルとして規定されるものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項11】 請求項10に記載された方法において、該小さなパーセンテージは、画像中の画素の総数の0.5%に近似的に等しいものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項12】 請求項10に記載された方法において、 s_{min} ないし s_{upper} の範囲における彩度成分は、ビデオ処理システムにおいて利用できる彩度値の全ダイナミックレンジ〔 S_{MIN} , S_{MAX} 〕に線形マッピングされ、これにより画素の彩度値における小さなばらつきが、強調された画像の品質を損ねることなく無視される様になっているカラー画像を強調する方法。

【請求項13】 請求項10に記載された方法において、画像の輝度値は強調された画像輝光値を提供するため、第1の変換関数を用いて修正され、そして画像の彩度値は強調された画像彩度値を提供するため第1の変換関数を用いて修正され、そして画像の彩度値は強調された画像彩度値を提供するために該第2変換関数を用いて修正されるものであるカラー画像を強調する方法。

【請求項14】 請求項13に記載された方法において、強調されるべき画像の色相成分が強調された画像の色相成分を構成するものであるカラー画像を強調する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般的に画像強調技法に関し、特に原文論理カラー精密画像に対し実時間画像強調を実施することに関するものである。

【0002】

【従来技術の説明】 画像強調とは、要求した画像データ値が巧みに処理される過程である。そのような処理は、人間によって知覚した画像の状態を改善するためおよび、または画像の機械的解析に対してそのデータをより

好ましく描画する方向に向けられている。複数の画像強調過程は、複数の修正過程の一つの目的が画像に関して再生成した画像の忠実度およびまたは精密度を改善するためであるという点において複数の画像修正過程から区別される。これに対し、複数の強調過程は、人間に見える知覚対象および、または計算機解析に対する処理した画像の適合性の上で、より強調するよう位置付けている。

【0003】 様々な画像強調過程は、知覚した明瞭度、明るさ、および／または画像の品質を改善するために対して開発された。これらの画像強調過程は、これらの画像が正確に再び生成されたものであるかに関係なく、人間の目によりのぞましい画像を描画することを試みる。しばしば、ゆがんだ画像が、原画像の完全な再生成したコピーよりも人間の目により好ましい画像がある。たとえば、露出過度もしくは露出不足が画像のエッジに合成された場合、結果として得ている画像は、概してそのような露出不足もしくは露出過度がない画像よりより好ましいものとして知覚される。

【0004】 多くの従来技術画像強調過程が、濃淡画像の改善に集中しているが、カラー領域へのこれらの処理の方向性拡張は、品位の落ちたもしくはやや適さない画像に帰着する。現時点では、カラー画像に関して使用できる注目に値する最も適した画像強調技法は不足している。カラー画像の広範囲にわたる普及、マルチメディアアプリケーションの人気の増大、計算機装置の急激な増加、そしてHDTVの開発のすべてが、改善したカラー画像強調手法に対する要求の増加の一因となっている。そのような画像強調方法は、カラー画像に関して用いることに対して最適化されるべきで、かつ単にカラー領域に対してグレー濃淡手段の再構築であるべきではない。さらに、そのような画像強調方法は、現存のハードウェアプラットフォームで用いる実時間の操作であるべきである。

【0005】 各個々の色成分に対して今あるモノクロ画像強調アルゴリズムを適用することでカラー画像を改善することが可能であったとしても、結果としての画像は、適切に強調されていない。モノクロ画像強調アルゴリズムが適用された後に、R、G、B成分を重ねて見た場合、画像ゆがみが結果としてあらわれる。さらに、それら成分の関連性を考慮にいれないで、R、G、B成分が無関係に処理されるならば、画像ゆがみだけが結果としてあらわれる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来多くの画像強調技術は、グレイレベル画像を対象にしたものであった。これらの技法をカラー画像に適用した場合、カラーゆがみを引き起こしてしまうことが多い。従って、本発明はカラー画像の特性に対応した変換関数を適用することで、人間の眼で知覚される画像の状態を改善する方法を提供

することである。

【0007】

【本発明の概要】改善した複数の画像強調方法は、従来のビデオ処理システム上で示される。これらの方法は、人間の眼が知覚した画像の状態を改善するためおよび、または計算機解析に対しこれらの画像を改善することを実時間で行う。最初の実施例は、画像の色再現性を落さずにカラー画像を強調する。2番目の実施例は、画像のボケを減少させ、明暗間のコントラストを増加させ、かつ従来のブロック型圧縮アルゴリズムによって導入される画像人工物の除去によりグレイレベル原文画像を強調する。

【0008】最初の実施例によれば、カラー画像は、HSV空間（色相、彩度、輝度）中の多くの画素によって、再表現される。そのカラー画像は、輝度値と彩度値の全範囲を示す。画像は、輝度成分に対して第一変換関数を彩度成分に対して第二変換関数を適用することで強調される。その第一変換関数は、原画像の輝度値範囲をビデオ処理システム内で有効な輝度値の全範囲に相当するよう変換する。第二変換関数は、原画像の彩度値範囲をビデオ処理システム内で有効な彩度値の全範囲に相当するよう変換する。それら変換関数は、完全に最適化した輝度と彩度成分を持っている強調した画像を提供する。強調した画像は、ビデオ処理システムの輝度と彩度の有効ダイナミックレンジを最適に割り当てることによって得られる。彩度と輝度は、カラーゆがみを混入させずに領域の両端に寄せる強調が行われる。

【0009】

【本発明の実施例】ここに示した画像強調手法は、人間によって知覚したおよび、または計算機解析に対しより好ましく描するために画像の状態を改善する方向に向けられている。最初の実施例は、画像の忠実性を落とすことなくカラー画像を強調し、かつ第2番目の実施例は、ボケを減少させ明暗領域のコントラストを増加させることによって光学的走査したグレイレベル文書画像を強調する。現在存在しているビデオ処理システムは、実時間においてここで示した画像強調方法を実施できる。好ましいビデオ処理システムであるAT&Tピカソ静止画電話とその様な従来型ビデオ電話の両方の装置は、マイクロプロセッサと画像メモリを含んでいる。AT&Tピカソ静止画電話は、継続中の米国出願第08/202608号で開示される。

【0010】最初の実施例に関し、カラー画像は、RGB（赤、緑、青）カラー空間中よりもHSV（色相、彩度、輝度）カラー空間中の方が非常により効果的に強調されることができる。HSVカラー空間中では、その色情報（色相）が分離されそして残っている画像成分（彩度と輝度）から取り除かれる。この方法によれば、彩度と輝度は、カラー（色相）成分にゆがみを混入することなく可能な限り最大限まで強調されるであろう。いくつ

かのカラー画像は、HSV（色相、彩度、輝度）カラー空間内で大部分の画素によって再表現される。例えば、よく知られている方法は、従来のNTSCSECAM、RGBもしくはPALビデオ信号をHSVカラー空間に変換するために用いられる。いくつかの場合、この変換過程は相対的で単純な計算を実行することで実現されているが、他の場合は、非線形数学的操作が要求される。そのような非線形操作は、計算上高くつくものになる。このような理由から、すぐ下の記載では、他のカラー空間内の画像強調が論じられた後、HSVカラー空間の環境内で画像強調を考慮される。

【0011】どのカラー画像も彩度と輝度の有限範囲を示す。さらにHSV空間内で、これらの彩度と輝度値が画像の個々の複数成分として区別される。従来のビデオ処理システムは、輝度値の有限範囲と同様に彩度の有限範囲も処理するための機能が備えられている。しかしながら、画像が表わしている輝光値の範囲が、必ずしも従来のビデオ処理システムに備わっている輝度値の全体のダイナミックレンジと同一である必要はない。同様に画像中に表われる彩度値の範囲は、処理することを目的として従来のビデオ処理システムに備えられている複数の彩度値の全ダイナミックレンジと必ずしも同一にする必要はない。

【0012】概して、ビデオ処理システムの有効ダイナミックレンジは、カラー画像中の輝度と彩度値のレンジより非常に広い範囲におよぶ。このことから、もし画像に画像強調方法が用いられなければ、ビデオ処理システムの有効ダイナミックレンジの一部分しか使用しないことになる。画像が露出不足であるならば、輝度値がビデオシステムの有効ダイナミックレンジの一方に集中し、かつダイナミックレンジの残っている部分は、相対的にあまり利用されない。画像が露出過度ならば、輝度値は他の部分に集中させられ、かつダイナミックレンジの残っている部分は、同様に使用されない。

【0013】第一変換関数は、ビデオ処理システムの有効輝度値ダイナミックレンジを適切に利用するために画像の輝度値に適用される。第二変換関数は、ビデオ処理システムの有効、彩度値ダイナミックレンジを適切に利用するために画像の彩度値に適用される。原画像の色相は、変更されない。第一関数の目的は、ビデオ処理システムによって与えられる輝度値のダイナミックレンジを原カラー画像中の輝度値のダイナミックレンジに相当するよう適切に割り当てることである。第二関数の目的は、ビデオ処理システムによって与えられる彩度値のダイナミックレンジを原カラー画像内の含まれた彩度値のダイナミックレンジに対応するよう適切に割り当てる。

【0014】第一変換関数は、4つの輝度値ポイントで定められた3つの実質的線形領域を持っている2次元内の区分的線形マッピング関数である。第一次元は、輝度入力値を意味し、かつ第2次元は、輝度出力値を意味す

る。第一輝度値点は、与えられた画像の最小輝度値を表わし、第二輝度値点は、この画像の最大輝度値を表わし、かつ第三と第四輝度値点は、第一と第二の中間値によって選択される。第三と第四輝度値点に対する特別な値の選択は、与えられた画像の露出の程度によって定まる。

【0015】さて、図1を参照する。カラー画像の輝度成分のマッピングに対応する変換関数のグラフ。画像強調は、輝度成分に対して、区分的線形マッピング関数102を用いて画像の輝度値を変換することにより実施される。区分的線形マッピング関数は、3つの線区間からなる。104, 106, 108。線区間104は、 v_{min} と v_{lower} 間によって定義され、106は、 v_{lower} と v_{upper} 点によって定義され、108は、 v_{max} と v_{upper} 点によって定義される。 v_{min} と v_{max} は、最大最小輝度レベルを表わす。 v_{lower} と v_{upper} は輝度レベルの低い、中位、高い範囲に対し、ダイナミックレンジアロケーションを決める。

【0016】原画像の輝度値範囲を v_{min} と v_{max} に対して分類する。 v_{lower} と v_{upper} は、そのうち、強調される画像の特性に基づいて、与えられた画像に対して画像強調を最適化するため選択される。例えば、強調しようとする原画像が露出不足ならば v_{lower} と v_{upper} は低い輝度レベルの方へ強調する方向で選ばれるべきである。この様に、ビデオ処理システムの有効ダイナミックレンジの大部分は、低い輝度レンジに割り当てられるべきである。その様な割り当ては、相対的に v_{min} に近い値になる v_{lower} を選び、かつ v_{max} から相対的に遠い値になる v_{upper} を選ぶことで達成される。この方法で、高輝度レベルは圧縮され、低輝度レベルは伸張される。

【0017】原画像が、露出過度ならば、相対的に v_{max} に近くなるよう v_{lower} は、相対的に v_{min} から遠くなるようにされるべきである。この方法で、低い輝度レベルは圧縮され、かつ高い輝度レベルは伸張される。ビデオ処理システムのダイナミックレンジの大部分が、高輝度レベルに割り当てられる。

【0018】図1は、後に記載される第二変換関数と画像彩度値に関して同様なマッピングをする関数103を含む。

【0019】図2と図3に関して、複数の特有な計算は、 v_{upper} と v_{lower} が強調される画像に対して輝度値ヒストグラムを作成することにより実施されるものである。そのようなヒストグラムは、次に示す v_{min} から v_{max} の範囲で、サブレンジの大部分に向かって与えられた画像中に表われる輝度値の範囲を分類する。サブレンジの大部分のそれぞれに対し、このサブレンジ中で複数の輝度値を持つ画像の画素数が決定される。ヒストグラムの第1モーメントは、ヒストグラムの

重心である様に概念付けされる。その重心は、下記の【数1】によって計算される。

【数1】

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ヒストグラム} \\ \text{の第1} \\ \text{モーメント} \end{array} \right\} = \frac{\sum_{i=1}^N (h_i * I_i)}{\sum_{i=1}^N h_i}$$

10 I_i は、特有な輝度レベルを表わし、 h_i は、輝度レベル I_i を持つ画素数であり、かつ N は輝度レベル（複数のサブレンジ）の全数である。例えば、輝度レベル301（図3）は、輝度レベル1（ I_1 ）を再表現するよう概念化され、輝度レベル303は、輝度レベル2（ I_2 ）を再表現するよう概念化され、かつ輝度レベル319は、輝度レベル10（ I_{10} ）を再表現するよう概念化される。この例で、10個の輝度レベル（次の10個のサブレンジ）があり、 N は10に等しい。

20 【0020】図2は、大部分がピクセル201, 203, 205から成る典型的なカラー画像207における輝度成分を表わしたものである。それぞれの画素201, 203, 205は、その画素に対する輝度成分を表わす特有な値に関連づけられる。例えば、201は白で、相対的に輝度の高い値として表わされるように決められ、対角線で表わされている203は、201から205の中間輝度値を表わしている。

30 【0021】図3は、図2のカラー画像207に対する輝度成分の相対的分布を示す輝度値ヒストグラムである。その輝度値ヒストグラムは、特有な輝度値を持つ与えられている画像の画素数を示す。Y軸に画素単位における出現度数を、X軸は輝度レベルを表わす。図2と図3の例で、10個の異なる輝度値が画像の画素輝度値を表現するのに使用される。図3に関して、一番低い輝度値は301（白）で表わされ、複数の中間輝度値は、輝度値303, 305, 307, 309, 311, 313, 315および317によって再表現され、そして一番高い輝度値は、輝度値319（黒）で再表現される。図3の輝度値ヒストグラムから、カラー画像207は、48個の輝度値301、14個の輝度値303、22個の輝度値305などを含んでいるのがわかる。輝度値ヒストグラムの第1モーメントは、本例における画素の多くを含んでいる輝度値で、全部で48個の画素を持つ輝度値301である。

50 【0022】輝度値ヒストグラムの第1モーメントは、与えられた画像の相対的露出不足もしくは過度を示すように与える。第1モーメントは、露出不足画像に対して、 v_{min} （図1）により近くなり、露出過度画像に対しては、 v_{max} に近づく。輝度値ヒストグラム（図3）の第1モーメントに基づけば、2つの輝度レベル v_{lower} と v_{upper} は、第1モーメントが v_{mi}

nにだんだん近づくように計算され、 v_{upper} は増加し、 v_{lower} は減少する。第1モーメントが v_{max} に段々近づくにつれ、 v_{upper} は減少し、 v_{lower} は増加する。

【0023】ビデオ処理システムの全ダイナミックレンジが $[V_{MIN}, V_{MAX}]$ によって与えられるようにし、輝度の最小、最大値に相当する V_{MIN} と V_{MAX} がビデオシステム内で表現される。その場合ビデオシステムは、ビデオディスプレイを構成し、 V_{MIN} と V_{MAX} は、あえて表示されている最小と最大輝度値に対応するよう選ばれる。 v_{min} と v_{lower} 間の輝度値は、 $V_{LOWER} = V_{MIN} + \{(v_{lower} - v_{min}) / 3\}$ の関係を持つ $[V_{MIN}, V_{LOWER}]$ の範囲に線形的に分類される。 v_{lower} と v_{upper} 間の輝度値は、線形的に $V_{UPPER} = V_{MAX} + \{(v_{max} - v_{upper}) / 3\}$ の関係を持つ $[V_{LOWER}, V_{UPPER}]$ の範囲に分類される。 v_{upper} と v_{max} 間の輝度値は、線形的に $[V_{UPPER}, V_{MAX}]$ の範囲に分類される。 V_{UPPER} と V_{LOWER} に対する前式の分母が、3という値を含むところが注目すべき点である。この値は実際の目的に対して示される。例えば、2.5や3.7の様な3からずれている値が用いられる。さらに、異なる値（即ち、4.0）が、 V_{LOWER} の分母（即ち、2.3）において利用された値に相対して V_{UPPER} の分母において利用される。

【0024】すぐ前の文節で示した様な複数の輝度値の分類は、与えられたビデオ処理システムのダイナミックレンジの適当な配置を、強調されるべき画像に表われる複数の輝度値の実際の範囲にする。

【0025】第2変換関数は、原画像の複数の彩度成分を強調画像のための彩度成分に変換することに用いられる。この第2変換関数は、原画像の複数の彩度成分を表わしている彩度ヒストグラムに伸長手続が与えられることにより決定される。第一彩度値地点 s_{min} は、画像の最少彩度値を再び表わし、かつ第二彩度値地点 s_{max} は、画像の最大彩度値を再び表わす。

【0026】彩度の上限 S_{upper} は、その彩度レベルの様に定義され、そのレベルから彩度ヒストグラムの下での範囲で、その彩度の最大値 s_{max} は、画像内の全画素数の小さな割合に等しい。たとえば、好ましい百分率は、およそすべての画素数の0.5%になる。 s_{min} から s_{upper} の範囲内の複数の彩度成分は、ビデオ処理システム内で有効な彩度値 $[S_{MIN}, S_{MAX}]$ の全ダイナミックレンジに線形的に分類される。この方法において、複数の画素の彩度値中の小さなばらつきは、強調した画像の完全性を損ねないで無視される。

【0027】第1、第2変換関数を用いて、原画像の輝度と彩度値が修正される。画像の複数の色相成分は、変

わらず、原画像から強調画像に同じ成分が残る。原画像の輝度値もカラー彩度値と同様に任意に選択したビデオ処理システムの操作環境において使用に対して最大限実行できる強調がされた。その結果は、カラーゆがみの混入がない最適な強調したカラー画像になる。

【0028】いくつかのシステムアプリケーションでは、画像強調を実施するビデオ処理システムの有効ダイナミックレンジを決めることが不可能なことがある。たとえば、ビデオ処理システムのダイナミックレンジ特性がわからない、もしくは、それぞれ違った特性をもつ多くの任意に選択したビデオ処理システムのいくつかを用いて画像強調を実施する場合である。その様な適用において、第1、第2変換関数の異なる組み合わせを各ビデオ処理システムに対し適用することが出来、ここで各変換関数の組は、各ビデオ処理システムに対して最適化される。あるいはまた、任意に決めた変換関数の1組が適用され、ここでその関数は、たとえその関数があるシステムで全く使用に適さなくてもビデオ処理システムの広い範囲に対して有用な変換を与えるため選択される。

【0029】第一、第二変換関数に関係して前記文節中で示したその複数の技法は、たとえそのような適用が必ずしも複数の最適な結果をもたらさなくてもHSV以外のカラー空間に適用される。他のカラー空間をHSVに領域に変換する過程は、しばしば計算上集約的で、極端に位置しているシステムを要求する。NTSCビデオ信号を用いて通信するビデオ電話の様ないくつかのシステム応用については、要求される計算は好ましくない非常に高価なハードウェアを要求する。

【0030】非HSVカラー空間をHSV領域へ変換する過程は、計算の複雑さに加えて他の問題を招く。あるカラー空間の確かな複数の色が、他のカラー空間では物理的に実現されない。例えば、従来のNTSCビデオ信号のYCbCrカラー空間でいくつかの色が、RGBカラー空間では補色に変換されてしまう。そのような補色は、物理的には実現されない。

【0031】非HSVカラー空間をHSV領域に変換する場合の前記の複数の困難を考慮して、一つの手段が従来NTSC YCbCrカラー空間内でカラー画像を直接に強調することとして示される。この手段は、実時間で操作しそして、NTSCフォーマットでカラー画像記録するどのビデオ装置にも適用される。

【0032】従来のNTSC信号の輝度(Y)成分は、HSVカラー画像の輝度成分に関して前記で示した複数の手続に続いて強調される。色差成分CbとCrは、輝度(Y)成分のような同じ量によって修正されると、カラー彩度は、原画像中の様に同じものが残る。カラー彩度が同じ値で残るという事実が当業者に対し知られジェイ・フォーリー(J. Foley)著「コンピュータグラフィックス原理と実施」アディソン・ウェスリー(Addison-Wesley)出版、1991に開

示されている数学的誘導を通して確認することが出来る。しかしながら、最適なカラー画像を強調するために画像の彩度成分は、さらに画像の彩度を改善するために修正出来る。

【0033】画像中のカラー情報数の検出は、CbとCr成分のヒストグラムの広がり量を定めることで実施される。ヒストグラムの広がりを与えられたしきい値例えば大体23より小さい場合は、その後文書画像は、グレイレベル画像のように扱われ、輝度成分だけが強調される。

【0034】原文画像強調に対する一つの可能なアプローチは、Yヒストグラムを最大有効ダイナミックレンジにまで引き伸ばすことで、それにより画像コントラストを強調している。この試みが画像を改善しても、さらに複数の改善が可能である。ここで示した手段によれば、文書画像の背景グレイレベルは決められる。複数の原文画像は一般的に離散グレイレベルの相対的な限られた数を含んでいて、文字が黒で白い背景の2値文書や他の様な場合でも同様である。背景グレイレベルは、Y（輝度）ヒストグラム内で有効ピークを示す。そのような輝度ヒストグラムは、輝度値ヒストグラムに似かよっている。Y（輝度）ヒストグラム内のピークは、ピーク検知信号が、負から正へ変化する0のところでのグレイレベルを確認することにより検出される。そのピーク検出信号は、累積ヒストグラムと平滑化した累積ヒストグラムの違いを計算することで生成され、その平滑化の度合は、ピーク検知の感度を決定している。

【0035】NTSC画像の複数の彩度成分は、色差成分CbとCrを修正し、強調された輝度成分Yの量より多い量によって強調される。言い換えると、変換関数の傾きを色差成分（色差変換関数）に適用したことが変換関数の傾きを輝度成分（輝度変換関数）に適用したことより多くなるべきである。輝度信号成分が、相対的に大きい範囲に修正される場合、このことは、原画像が相対的に不飽和であることを示す。その輝度成分変換関数による修正は、原画像中において彩度の量に反比例している。このことから、彩度が相対的に低い場合、彩度は、彩度が相対的に高い環境に関連して比例するように増加されるべきである。

【0036】増加されるべき彩度の量を調べる1つの手段として、輝度変換関数の線形性から偏差を計算することによる方法がある。図1に関連して、輝度出力を表わすY軸を今輝度出力レベルを表わすように概念化され、かつX軸が今輝度入力レベルを表わす様に概念化される。多くの輝度レベルのそれぞれに対し、区分的線形マッピング関数102と103の間で絶対的な差が求められる。輝度レベルの全てに対する複数の絶対的な差は、その後Devによって示される線形性から来る全ての偏差を得るために総計される。そののち、以下の式がincrの値を計算するために用いられる。incrは、増

加されるべき複数の色差成分による量を決めるために用いられる。1. $0 < (incr = Dev / 8000) \leq 2.0$ 。分母において8000の値は、例証の目的を示す代表的な値である。複数の他の数字で表わした値、たとえば有効な動作だけを提供する7000の様な値が8000の位置内のその分母に適用される。

【0037】図6を参照すると、カラー画像のCr色差成分をマッピングする変換関数をグラフに再表現したもので、そして図7は、カラー画像のCr色差成分をマッピングすることに対する変換関数をグラフに再表現したものである。範囲[vlower, vupper]（図1）に対する区分的線形マッピング関数102（図6, 7）の傾きは、色差変換関数の傾きを求めるため、incrが掛けられる。原画像の色差の実際の最小、最大レベルは、（図6及び7）の全色差成分ダイナミックレンジに分類される。Cr（図6）とCb（図7）の両方に対する色差レベル128に相当する白点105は、色差変換関数によってそれ自身に分類される。輝度と色差変換関数を用いて、原画像の輝度と色差成分値はYCbCrカラー空間内で直接的に最適な強調した画像を生成するために変換される。YCbCrカラー空間は、従来のPAL, SECAM論理NTSCビデオ信号の環境で用いられる。

【0038】ここで示した他の実施例は、グレイレベル原文論理文書画像を画像のぼけを減少させ、画像の明暗領域間のコントラストを増加させることによって強調するものである。これらのグレイレベル画像は、たとえばNTSCYCbCrカラー空間内に再表現される。文書画像強調の主な目的は、文書の可読性を増すことである。文書の可読性は、画像の輝度成分によって決まるので、この手段は、輝度（Y）成分を強調することに主眼を置いている。与えられた画像の色情報が非常に制限されている場合は、色差成分CbとCrは、いくつかの処理を必要としない。そうでない場合は、CbとCrは、すぐ上記の文節で示した様に処理される。

【0039】本例の目的に対して、背景グレイレベルを表現するYヒストグラム内の1つのピークが、検出されなければならない。この検出過程は、原文書（即ち、原文画像）が高いグレイレベル背景を持っているかあるいは低いグレイレベル背景を持っているかに依存する。高いグレイレベル背景に対しては、ヒストグラム内の最大濃淡レベルから始めて、ヒストグラム内で出現する最初のピークは、背景グレイレベルである。低いグレイレベル背景に対しては、ヒストグラム内の最小濃淡レベルから開始してヒストグラム内の最初のピークは背景グレイレベルである。

【0040】本例の目的に対して、原文画像がybk gの様に示した高いグレイレベル背景を持つ。以上の様な状態で、背景グレイレベルの位置決めに対する選択は、単にYヒストグラムの高いグレイレベル端から最初のピ

ークを示すためだけである。しかしながら、Yヒストグラムは従来の平滑化手法を用いて最初に平滑化されるべきで、さもなくば、検索過程は、実際の背景グレイレベルを表わすより大きなピークを完全に欠落するとともに相対的なブレを有する局部範囲内でピークを位置づける。

【0041】その文書の最小前景値は、 y_{min} として示され、その低いグレイレベルの端からYヒストグラムを調べることにより決めることが出来る。検索している間、その最初のわずかな最小値は、全画素数のわずかな割合に依存しているので無視される。このわずかな割合は、実例のように0.1%の付近にあり、これにより原文画像の観察された複数のグレイレベルの中でその方法が相対的にわずかな複数のブレを省くことを可能とする。

【0042】原文画像のコントラストは、Y（輝度）成分を $[y_{min}, y_{bkg}]$ から $[YMIN, YMAX]$ にマッピングすることによって強調される。これはビデオ処理システムの最少と最大Y値であるYMINとYMAXの範囲においてである。Y値をマッピングする以前に、アンシャープマスキングとして当業者に知られている技法が、原文画像から多くのブレを取り除くため全体画像のY成分に適用される。しきたり通りにこの鮮鋭化操作は、人間の眼に対し非常に好ましくない“かさ”の出現を文字周辺に引き起こす。これらのカサは、背景グレイレベル y_{bkg} 以上の画素値内の行き過ぎ量によって引き起こされ、それら複数のカサは、Y値 $[y_{min}, y_{bkg}]$ から $[YMIN, YMAX]$ へマッピングした後に、当業者に知られている標準的な複数の方法によって簡単に取り除くことが出来る。アンシャープマスキングを画像に適用する前にマッピング関数が決められるべきであり、そうでなければ、背景レベルが正確に検知出来ずそして複数のカサがもはや除去出来なくなるということに留意する。

【0043】ここで示した原文画像強調方法に基づいて、実際の原文画像の特性を考慮に入れ、方法は、画像から効果的にボケを除去しコントラストを最大限にする。さらに、原文画像と強調画像が現在知られている様な技術であるJPEGのようなフォーマットに圧縮されている場合は、相対的に少ないブロック化人工物が強調画像に表われる。ブロック化人工物が少ない理由は、強調画像がより均一な背景と複数の前景グレイレベルを含むからである。原文画像強調方法が、YCbCrカラー空間の環境で述べられているにもかかわらず、その方法だけは他のカラー空間に対しても適用される。

【0044】図4は、カラー画像強調手順の動作をここで実例となるカラー画像を差し絵として表わしたものである。ここで示した方法の効果を試行するために、実証画像400の品質を手で劣化させてテスト画像402が与えられた。実例画像400とテスト画像402は、Y

CbCrカラー空間におけるものである。最初の強調画像404は、変換関数をテスト画像402のY成分に対してだけ適用される時に得られる強調画像である。前記で予測された様に強調した画像404の色は、相対的にテスト画像402に対して強調されていない。

【0045】2番目の強調した画像406は、変換関数をテスト画像402の輝度と色差成分に適用した時に得られる画像である。様々なカラー成分間の相互作用によって引き起こされたカラーゆがみがはっきりと観察される。カラー補正機構のいくつかのタイプは、様々なカラー成分間の相互作用を説明し、かつそのようなカラーゆがみを取り除くために用いられなければならない。

【0046】3番目の強調した画像408は、市販画像処理ソフトウェアパッケージのいずれをも用いられた時に得られる画像である。これらのソフトウェアパッケージは、一般的に様々なカラー成分間の相互作用の原因となるカラーゆがみを補正する機構を含んでいる。たとえば、色がゆがんでいなくても、これらの従来技術ソフトウェアパッケージは最適な強調画像を提供しない。

【0047】テスト画像402は、図1-3に関連して以上に記載したようにここで示した方法を用いて最適に強調され得る。その様な最適に強調された画像は、図4中に示される。実施画像400で各強調画像404, 406, 408, 410を比較すると、ここで示したそれら複数の方法は、コントラストと色彩度を最大限実用的なレベルにまで強調することが観察される。さらに、ここで示した複数の方法はカラーゆがみを供給しない。

【0048】図5は、実例となる光学的に走査された文書にここで示した複数のグレイスケール画像強調手順の適用を表わす差し絵である。原文画像500は、AT&Tピカソ静止画電話から得た原文画像の一部である。AT&Tピカソ静止画電話は係属中の米国特許出願第08/202608号に示される。強調画像502は、前記に示したように、アンシャープマスキングによって従属したYヒストグラム伸長プロセスを用いるために準備したものである。コントラストは最適化されないことが観察され、かつ複数のカサがマスキング過程によって混入される。強調した画像504は、上記で示したマッピング関数を用いるために準備されそして検出した背景グレイレベルから生成された。いくつかのボケが表われているところが注目された点である。強調した画像506は、ここで示した複数の手段を用いるために準備された。画像のコントラストが最適化され、不鮮明になっているのが除去されたのが観察される。

【図面の簡単な説明】

【図1】カラー画像の輝度成分のマッピングに対する関数をグラフ化した図である。

【図2】多くの画像からなる典型的なカラー画像に対する輝度成分を表わした図である。

【図3】図2の画像に対する輝度成分の相対的分布を示

すヒストグラムである。

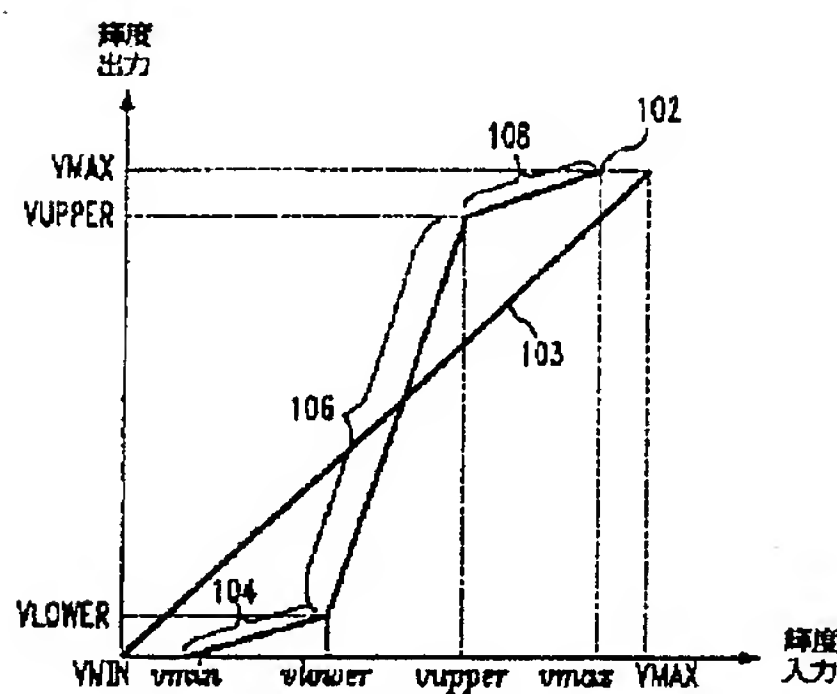
【図 4】 実例となる画像にここで示した複数のカラー画像強調手続きの実施を表わした図である。

【図 5】 実例となる光学的走査した文書に対するここで示した複数のグレースケール画像強調手段の適用を表わした図である。

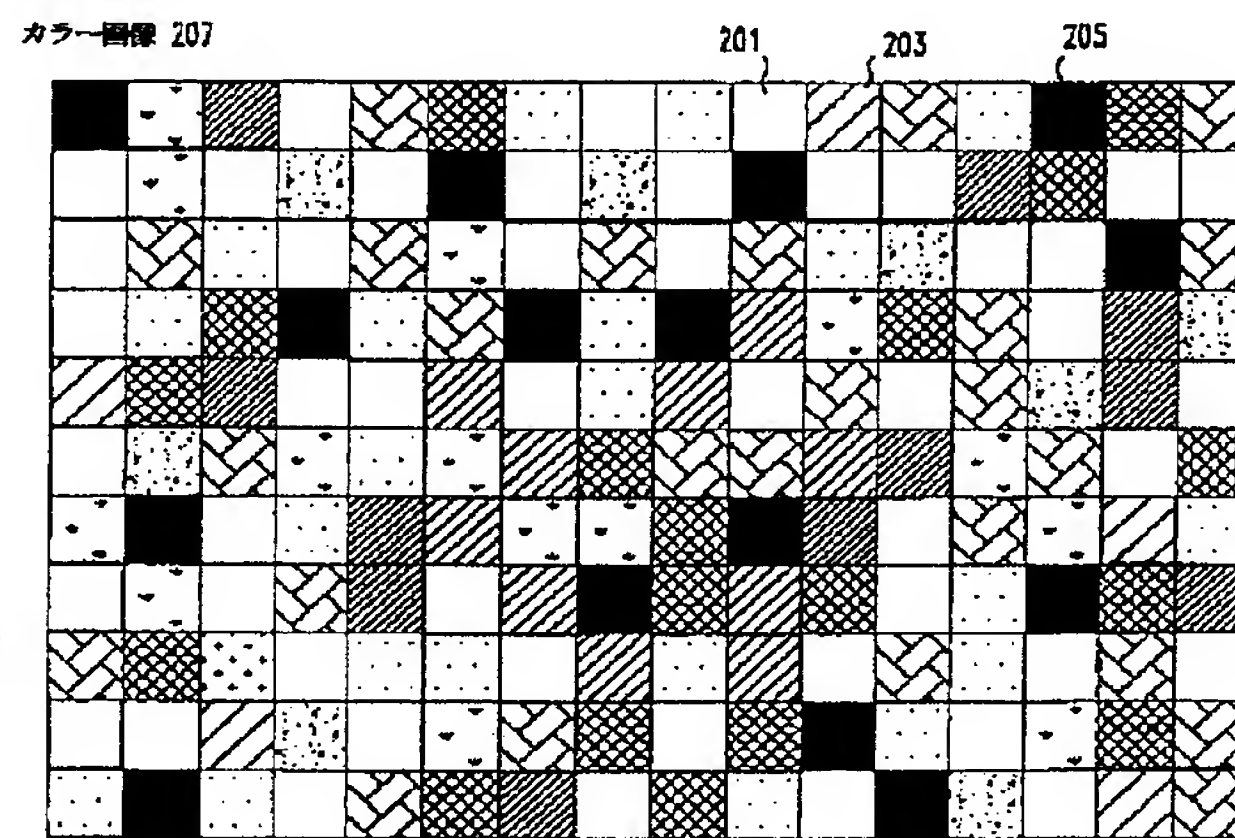
【図 6】 カラー画像の C r 色度のマッピングに対する変換関数をグラフ化した図である。

【図 7】 カラー画像の C b 色度のマッピングに対する変*

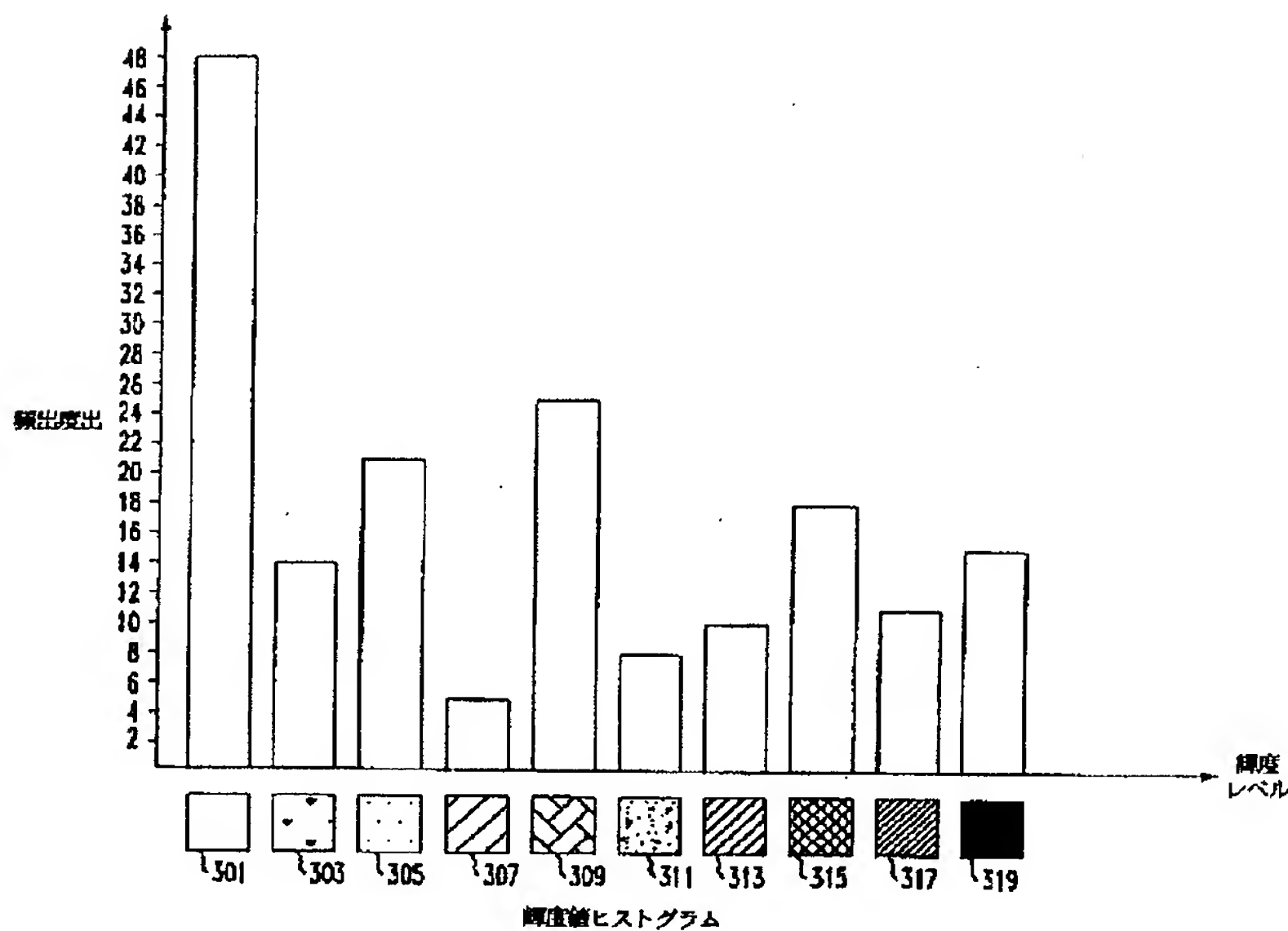
【図 1】



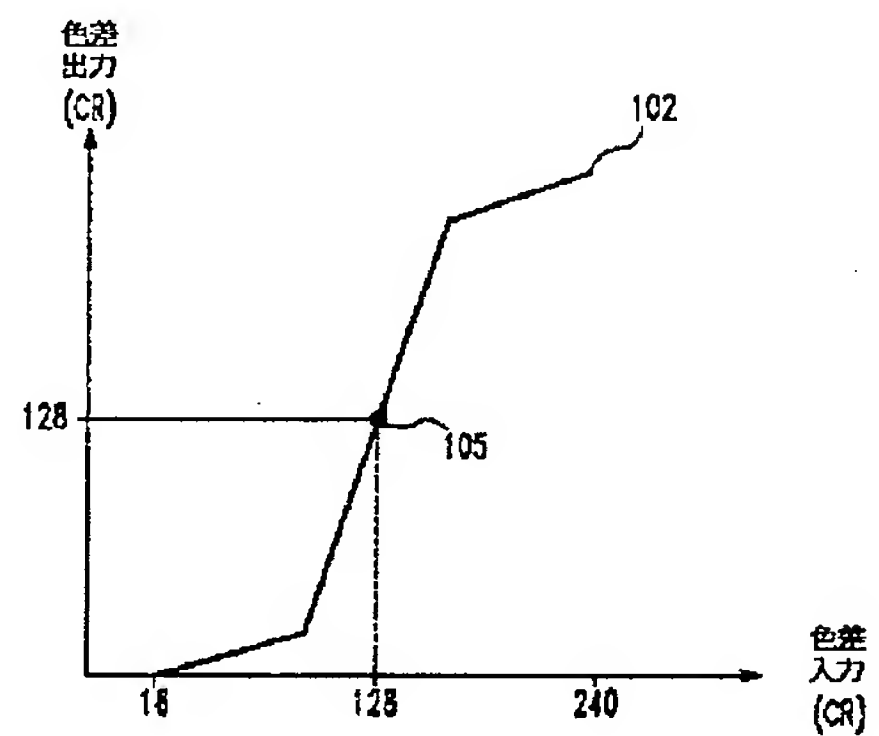
【図 2】



【図 3】



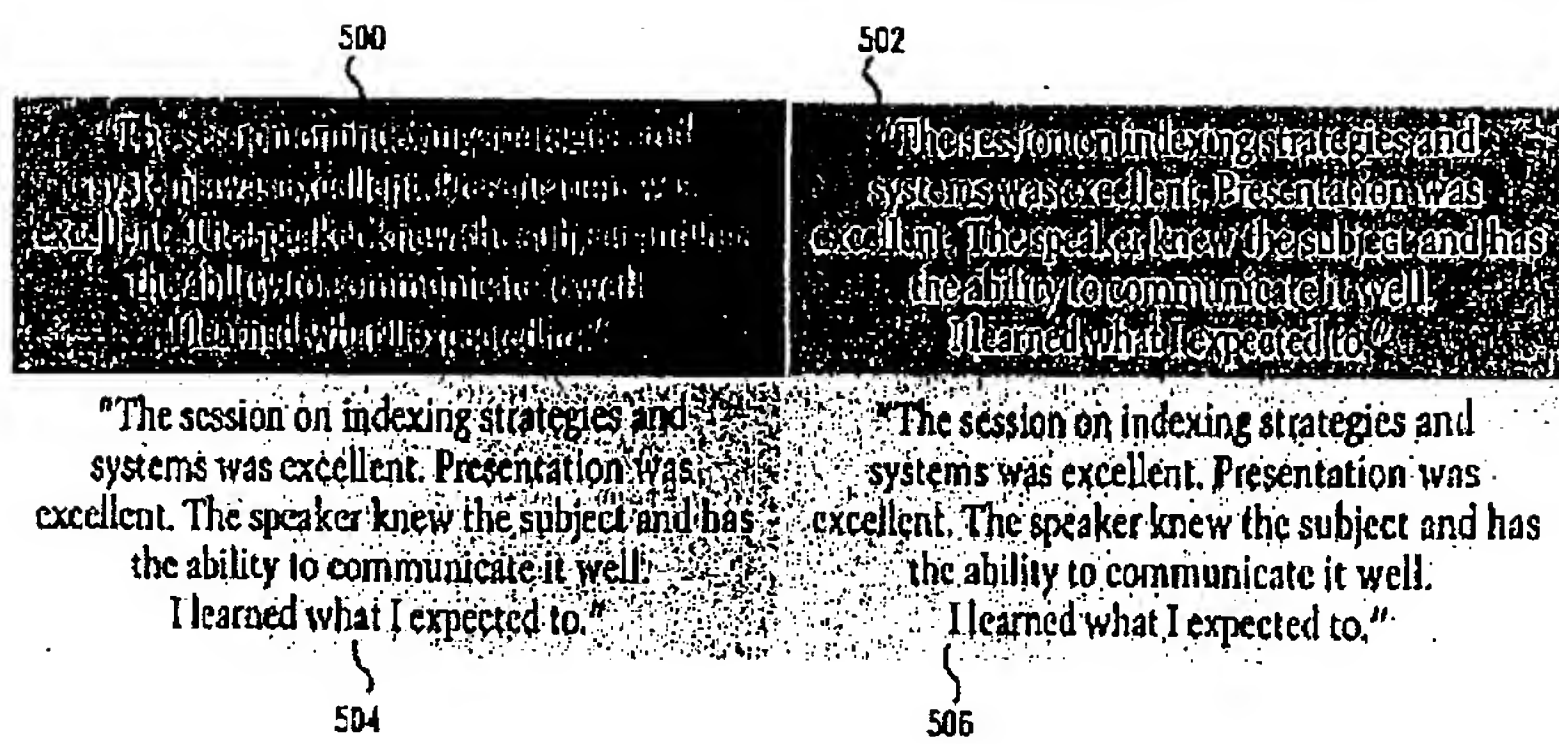
【図 6】



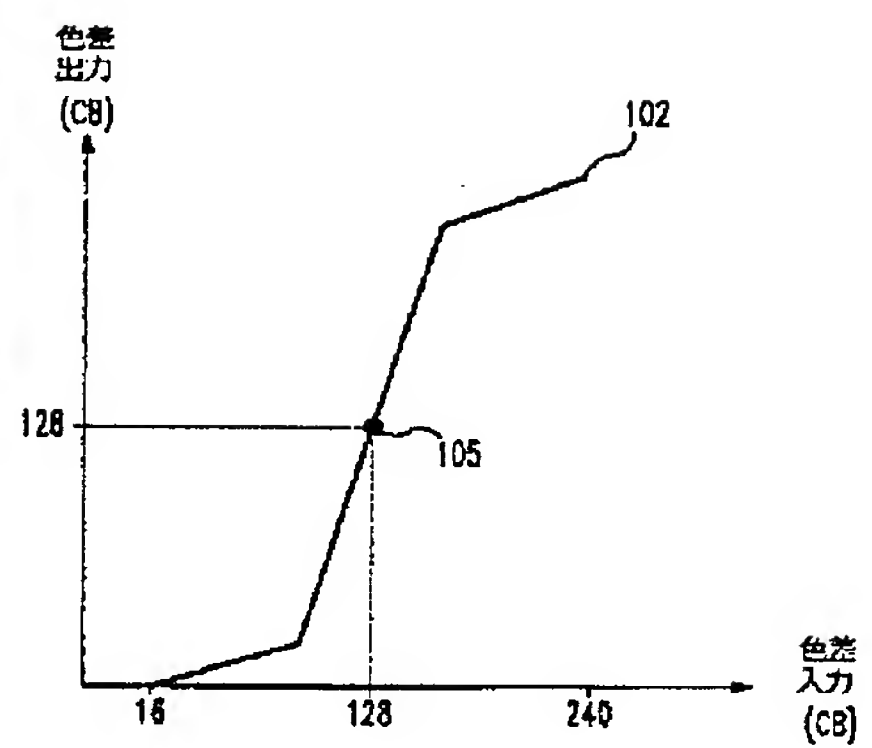
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ミナカナガーキ ヴィ. ランガナス
アメリカ合衆国 07738 ニュージャージー
ィ, リンクロフト, リスク コート 6